

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО

Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Датчики на основе микро -и нанотехнологий
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Радиотехнических устройств
Учебный план	11.03.01_24_00.plx 11.03.01 Радиотехника
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	22	22	22	22
Часы на контроль	35,65	35,65	35,65	35,65
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Ксендзов Александр Валентинович

Рабочая программа дисциплины

Датчики на основе микро -и нанотехнологий

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

составлена на основании учебного плана:

11.03.01 Радиотехника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиотехнических устройств

Протокол от 30.05.2024 г. № 9

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Паршин Юрий Николаевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических устройств

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических устройств

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических устройств

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Радиотехнических устройств

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	формирование знаний по физическим принципам работы, конструктивно-технологическим особенностям, метрологическим и эксплуатационным характеристикам измерительных преобразователей и датчиков на основе микро- и нанотехнологий, а также по вопросам проектирования интегральных датчиков и применения их в приборах и микросистемах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Основы электроники
2.1.2	Авторегрессионное моделирование радиотехнических сигналов
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Основы компьютерного моделирования и проектирования РЭС
2.2.2	Производственная практика
2.2.3	Устройства ГФС
2.2.4	Научно-исследовательская работа
2.2.5	Оптика и фотоника наноструктур
2.2.6	Оптико-электронные системы
2.2.7	Оптические устройства в радиотехнике
2.2.8	СВЧ приемо-передающие устройства
2.2.9	Спутниковые радиоприемные системы
2.2.10	Техника и технологии полупроводников
2.2.11	Физика полупроводников
2.2.12	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.13	Преддипломная практика
2.2.14	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.2.15	Основы телевидения и видеотехники
2.2.16	Проектирование РЛС
2.2.17	Сквозное проектирование радиотехнических устройств
2.2.18	Средства защиты РЛС от помех
2.2.19	Статистическая теория РТС
2.2.20	Устройства ПОС в радиофотонике
2.2.21	Цифровые системы передачи информации
2.2.22	Радиотехнические системы
2.2.23	Физика микроэлектронных структур
2.2.24	Формирование и обработка оптических сигналов

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1: Способен моделировать, анализировать и верифицировать результаты моделирования разработанных принципиальных схем аналоговых блоков радиофотонных устройств	
ПК-1.1. Проводит моделирование аналоговых блоков радиофотонных устройств и сложнофункционального блока средствами автоматизированного проектирования, в том числе статистическими методами	
Знать основные физические параметры и модели аналоговых блоков радиофотонных устройств Уметь использовать различные методы моделирования, в том числе их комбинации, при проектировании аналоговых блоков радиофотонных устройств Владеть навыками работы со средствами автоматизированного проектирования и моделирования аналоговых блоков радиофотонных устройств	
ПК-1.2. Проверяет соответствие результатов моделирования требованиям характеристик аналоговых блоков радиофотонных устройств	

Знать методы проверки соответствия результатов моделирования требования характеристик аналоговых блоков радиотонных устройств
Уметь проводить сравнительный анализ результатов моделирования и выявлять критические различия с требованиями характеристик аналоговых блоков радиотонных устройств
Владеть навыками анализа результатов моделирования аналоговых блоков средствами автоматизированного проектирования с учетом особенностей цифровых методов моделирования

ПК-2: Способен проводить исследование модернизируемых функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов
ПК-2.1. Выполняет расчет электрических режимов компонентной базы бортовой аппаратуры космических аппаратов
Знать электрические режимы электронной компонентной базы, частотно-временные сигнатуры, диапазоны и значения физических величин, характерные для данных режимов
Уметь выполнять расчет электрических режимов электронной компонентной базы бортовой аппаратуры космических аппаратов
Владеть математическими и графоаналитическими методами расчета электрических режимов электронной компонентной базы
ПК-2.2. Проводит измерения режимов работы элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов
Знать электрические режимы и условия эксплуатации электронной компонентной базы, включая влияние статического электричества
Уметь определять рабочие режимы элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов
Владеть методами и средствами измерения характеристик и режимов работы элементов бортовой аппаратуры космических аппаратов

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1 Знать:	
3.1.1	- виды и физические принципы работы датчиков МЭМС, их конструкцию, технологию производства, источники погрешностей измеряемых величин;
3.1.2	- общие принципы разработки микроэлектронных измерительно-информационных средств;
3.1.3	- предметные области по терминологии, принципам работы, технико-экономическим характеристикам, вопросам проектирования и применения преобразователей и датчиков на основе микро- и нанотехнологий.
3.2 Уметь:	
3.2.1	- измерять и интерпретировать сигналы датчиков МЭМС, используя техническое описание;
3.2.2	- оценивать и рассчитывать основные технико-экономические характеристики микроэлектронных датчиков и преобразователей;
3.2.3	- использовать аппаратуру для экспериментального исследования характеристик микроэлектронных датчиков и преобразователей.
3.3 Владеть:	
3.3.1	- математическим аппаратом для описания модели измерений и погрешностей МЭМС, обработки данных датчиков;
3.3.2	- практическими навыками оценки основных метрологических и эксплуатационных характеристик MEMS.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Содержание дисциплины					
1.1	Классификация микроэлектронных датчиков /Тема/	5	0			

1.2	MEMS датчики в информационных системах. MEMS акселерометр, магнитометр, датчик угловой скорости: обобщенная структурная схема, принцип действия, конструкция, электронное считывание измеряемой физической величины. Чувствительные («сенсорные») и исполнительные («актюаторные») элементы ИД /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.3	Представление данных в Matlab /Пр/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.4	Классификация микроэлектронных датчиков /Ср/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.5	Подключение микроэлектронных датчиков /Тема/	5	0			
1.6	Подключение, настройка и считывание данных с датчика. Регистровая организация памяти и данных. Первичная обработка показаний и управление ее параметрами через регистры. Шины I2C и SPI. Протоколы взаимодействия ведущего устройства с датчиком. /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.7	Реализация потока данных в Matlab /Пр/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	

1.8	Чтение данных с датчиков. /Лаб/	5	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.9	Подключение микроэлектронных датчиков и обмен данными /Ср/	5	3	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.10	Изготовление микроэлектронных датчиков /Тема/	5	0			
1.11	Процесс изготовления MEMS структур по технологии КМОП и его особенности. Литография и отрыв. Жертвенный слой, изотропное и анизотропное травление. Материалы и компоненты процесса изготовления. /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.12	Реализация функций в Matlab /Пр/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.13	Технология изготовления микроэлектронных датчиков /Ср/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.14	Погрешность и шумы микроэлектронных датчиков /Тема/	5	0			

1.15	Колебания и шумы в MEMS датчиках. Чувствительность, разрешающая способность и динамической диапазон. Смещение, дрейф, нелинейность. Анализ шумов и нестабильности: выборочное среднее и СКО, вариация Аллана. /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.16	Генерация и анализ шумов /Пр/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.17	Управление параметрами датчиков. /Лаб/	5	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.18	Погрешность и шумы микроэлектронных датчиков /Ср/	5	3	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.19	Обработка и интерпретация показаний датчиков /Тема/	5	0			
1.20	Вторичная обработка показаний: фильтрация, дискретизация, квантование и децимация сигналов микроэлектронного датчика. Хранение и считывание показаний, цифровая фильтрация. Обобщенный алгоритм ИНС, интегрирование и комплексирование. Калибровка и выставка. /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	

1.21	Передача данных через последовательный порт /Пр/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.22	Обработка и интерпретация показаний датчиков /Ср/	5	3	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.23	Устройства кремниевой фотоники /Тема/	5	0			
1.24	Фотоэлектронные микроустройства. Интерферометр Маха-Цендера (MZI). Оптические ферроэлектрики и сегнетоэлектрики. Реализация модуляторов, преобразователей и фильтров. Датчик Шека-Хартманна. Фотонные АЦП. /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.25	Передача процесса через последовательный порт /Пр/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.26	Калибровка и фильтрация. /Лаб/	5	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	

1.27	Фотоэлектронные микроустройства /Ср/	5	3	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.28	Средства тестирования MEMS изделий, ч.1 /Тема/	5	0			
1.29	Средства тестирования MEMS изделий. Электронный и атомно-силовой микроскоп. Голографический интерферометр. /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.30	Сопряжение с датчиком /Пр/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.31	Средства тестирования микроэлектронных датчиков /Ср/	5	3	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.32	Средства тестирования MEMS изделий, ч.2 /Тема/	5	0			
1.33	Средства тестирования MEMS изделий. Алмазные квантовые датчики. /Лек/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	

1.34	Получение информации с датчика /Пр/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.35	Модель угловой ориентации. /Лаб/	5	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
1.36	Средства тестирования микроэлектронных датчиков /Ср/	5	3	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
	Раздел 2. Промежуточная аттестация.					
2.1	Подготовка к экзамену, иная контактная работа. /Тема/	5	0			
2.2	Подготовка к экзамену. /Экзамен/	5	35,65	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
2.3	Консультация перед экзаменом. /Кнс/	5	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	

2.4	Прием экзамена. /ИКР/	5	0,35	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
-----	-----------------------	---	------	--	----------------------------	--

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине Датчики на основе микро- и нанотехнологий")

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Вавилов В. Д., Тимошенков С. П., Тимошенков А. С.	Микросистемные датчики физических величин : монография в двух частях	Москва: Техносфера, 2018, 550 с.	978-5-94836- 498-8, http://www.iprbookshop.ru/84690.html
Л1.2	Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В.	Основы нано- и функциональной электроники	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 320 с.	978-5-8114- 1378-2, https://e.lanbook.com/book/168521
Л1.3	Фрейдин Я.	Современные датчики : справочник	Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2021, 780с.; прил.	978-5-94836- 619-7, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Головкина М. В.	Физические основы нанотехнологий, фотоники и оптоинформатики : учебное пособие	Самара: Поволжский государственн ый университет телекоммуника ций и информатики, 2017, 140 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/75423.html
Л2.2	Соловьев А. А., Певцов Е. Ф., Миннебаев В. М.	Проектирование и моделирование МЭМС	Москва: РТУ МИРЭА, 2023, 190 с.	978-5-7339- 1952-2, https://e.lanbook.com/book/382754

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
--------------	----------

Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Microsoft Office	Коммерческая лицензия
MATLAB R2010b	Бессрочно. Matlab License 666252
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1	406 лабораторный корпус. учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ и практических занятий Специализированная мебель (20 посадочных мест), 12 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, Передатчики оптические MOS211A (1 шт) и MO428 (1 шт); Приемник оптический – 2 шт; Делитель оптический – 2 шт; Видеокамера SS2000A – 1 шт; Анализатор E7402A – 1 шт; Блок BNC-2120 – 1 шт, Вольтметр универсальный В7-26 – 1 шт; Милливольтметр В3-39 – 1 шт; Генераторы Г4-218 – 1 шт, SFG-2107 – 1 шт, ГЗ-112 – 1 шт; Модуль базовый AMBPCI с драйвером AMBPCI-ADMDDC8WB – 1 шт; Измерители PCGU1000 – 1шт; PCSU1000 – 1шт; Осциллографы АКИП-4122/2V – 1 шт, С1-65 – 2 шт; Частотомер ЧЗ-33 – 1 шт; Антенная станция SAN-3000 – 4 шт; Точка доступа WBR-6000 – 2 шт; Антенна спутниковая – 1 шт; Конвертер Strong – 1 шт; Ресивер XSAT – 1 шт; Телевизор «Рубин» – 1 шт
2	413 лабораторный корпус. помещение для самостоятельной работы обучающихся, лекционная аудитория Специализированная мебель (70 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, экран. Мультимедийный проектор (NEC) ПК: Intel Core 2 duo /2Gb – 1 шт Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	415 лабораторный корпус. Помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, экран. Мультимедийный проектор (NEC) ПК: Intel Pentium /8Gb – 1 шт Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
4	501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
5	502 лабораторный корпус. Помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель (37 посадочных мест), аудиторная доска. ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.
6	503 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	

Методические указания приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине Датчики на основе микро- и нанотехнологий")

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"			
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Паршин Юрий Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ	06.09.24 08:41 (MSK)	Простая подпись
		Подписано	
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Паршин Юрий Николаевич, Заведующий кафедрой РТУ	06.09.24 08:41 (MSK)	Простая подпись
		Подписано	
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	06.09.24 09:20 (MSK)	Простая подпись
		Подписано	